

我が国における原子力開発利用 -現状と課題-

近藤駿介

原子力委員会委員長

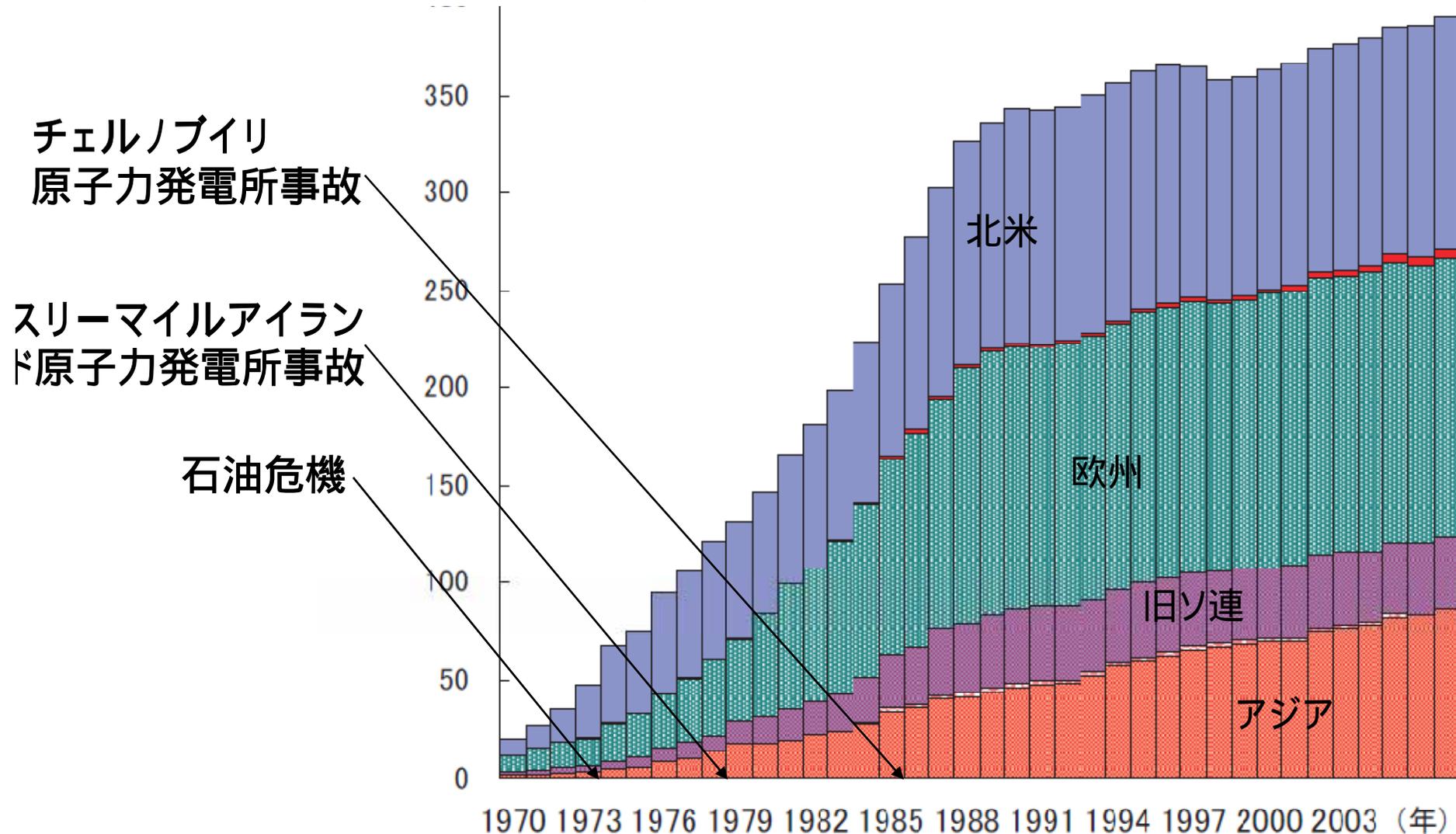
平成21年11月11日

早稲田大学・東京都市大学共同大学院
共同原子力専攻創立記念シンポジウム

内容

- 内外の原子力発電の動向
- 原子力政策のビジョン
- 原子力政策の主要な目標と課題
- まとめ

世界の原子力発電規模の推移 (単位: GWe)



資料: (社) 日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向 2007/2008 年版」

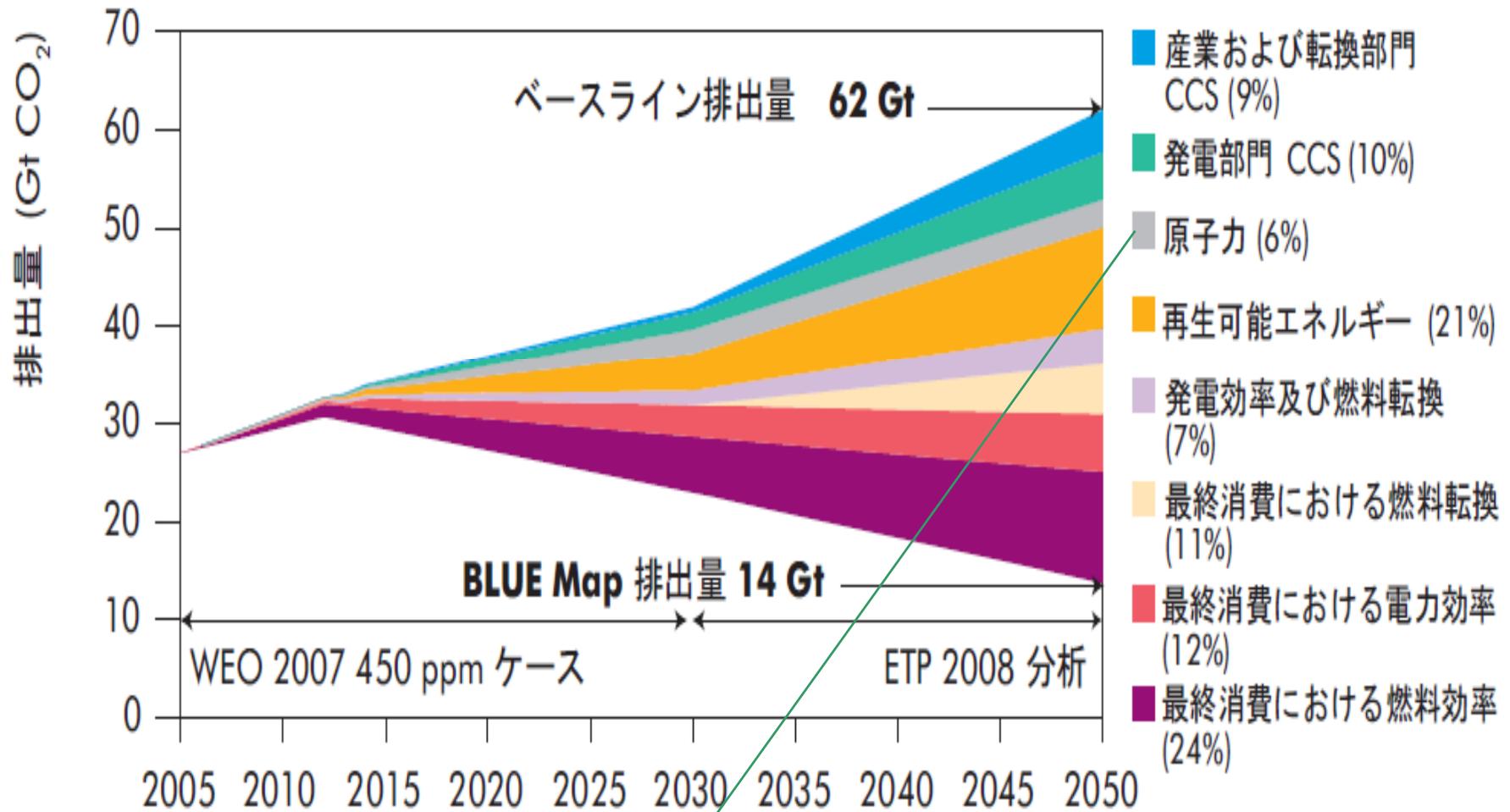
世界の原子力発電

- 30カ国と1地域で、合計436基、372GWの設備が運転中で、世界の電力の15%、一次エネルギーの5.5%を供給
- LNG火力を置換しているとして、年間約11億トンの二酸化炭素排出量削減(世界の排出量の約4%)に貢献
- 中国・インドで旺盛な新設活動。
- 欧米でも新規建設数増加の気運。
- 50以上の途上国が関心を示し、12カ国では具体的な取組を開始。結実は2020年代か。

なぜいま原子力発電が注目されているか

- 原子力発電の安全性に対する信頼が回復したこと。
- エネルギー需要、とりわけ電力需要が高まり、エネルギー安全保障が重視されるようになってきたこと。
- エネルギー資源価格が上昇し、原子力発電の経済性が高まったこと。
- 地球温暖化対策として低炭素エネルギー源が求められるなかで、原子力発電が大規模な供給力を確保できる低炭素エネルギー源として評価されたこと。

IEAエネルギー技術展望2008



(62-14)×0.06=2.9Gtの削減を担うには0.9~1.2TWeの原子力発電設備の新設(40年間毎年約25基の新設)が必要

我が国の原子力発電

- 1960年代後半に開始して以来、着実に規模を増大。
- 2008年度末には53基、48GWの設備が稼働中で、総発電電力量の約3分の1を分担。
- 海外情勢に左右されずに発電を継続できることから国産エネルギーに準じて扱おうと、一次エネルギーの自給率を4%から19%に引き上げることに貢献。
- 火力を置換しているとすれば、年間二酸化炭素排出量を約1~3億トン(全排出量の10~20%)削減。

原子力政策の目指すところ

ビジョン

我が国は、学術、医療、産業など様々な分野において放射線が安全かつ効果的に利用され、原子力発電が安全で経済的なエネルギー源として広く利用されてエネルギー安定供給の確保と地球温暖化対策に貢献している社会の実現を目指す。

戦略目標

1. 原子力活動を平和目的に限定し、安全と核セキュリティを確保すること
2. 国民の信頼の確保を確保し、人材、知的基盤を確保していくこと
3. 原子力発電の稼働率を向上させ、新設により規模を拡大していくこと
4. 核燃料サイクルの取組と放射性廃棄物の管理を着実に推進すること
5. 放射線利用を一層発展させること
6. 革新的原子力技術に関する研究開発を着実に推進すること
7. 国際社会との連携協力を格段に強化すること

平和目的への限定、原子力防護

- **平和目的への限定：核不拡散：**
 - 核兵器不拡散条約(NPT)に加盟し、IAEAと包括的保障措置協定を締結し、計量管理システムの整備を義務化し、これを検査するなどの国内保障措置体制を整備して、IAEA保障措置活動を受け入れている。
 - イラクでの経験を踏まえて作成された「追加議定書」を受け入れている。
 - NSGガイドラインや「追加議定書」受入れを機微物質等の貿易管理条件に
- **原子力安全防護 / 核セキュリティの取組**
 - 核物質防護条約、核物質防護機能の整備のあり方に関するIAEAの勧告の実施を法定
 - 核テロ防止条約等を批准するため、放射線放散処罰法等を整備
- **核不拡散(保障措置)文化、原子力防護文化の醸成を要請**
 - 現場においてこうした取組が優先され、これらに係る取組が正しく行われることに最大限の注意が払われ、適切な資源が配分される組織文化
 - トップマネジメントには行政や現場にこうした組織文化を醸成する責任

安全の確保：IAEAの基本安全原則

- 原子力安全：
 - 放射線・放射性物質による公衆及び従業員災害が発生しないこと
- 目標：
 - こうした災害の発生可能性を十分小さくすること
- アプローチ(1) ALARA
 - 原子力施設内外における放射線被ばくを、定められた制限値以下にすることは勿論、合理的に達成可能な限り低くすること
- アプローチ(2) 深層防護
 - 保守的な設計、ヒューマンファクターへの適切な配慮、異常検知・対応手段の構築、適切な保全計画、品質保証活動、安全文化の醸成により、自然現象や人の過誤によっても事故(燃料の破損等による放射性物質の大規模な移動)の発生を防止し
 - それにも関わらず事故は発生すると考え、事故の影響緩和策を講じ
 - 深刻な放射線影響の発生可能性を極めて小さくするべく、事故管理策や防災対策を整備し、これが適切であることを確率論的リスク評価で確認

安全の確保：政府の役割

● 事前許可制：

- 原子力利用に係る活動が、こうした安全確保の考え方が実現するように定めた「技術的要件」を満足する設備を用いること、これによる災害リスクが十分小さくなる保安活動のあり方を定めた保安規定を整備することを確認して活動を許可

● Trust but verifyの考え方に立った監査

- 認可した保安規定の遵守状況を随時の立ち入りを含む監査によって確認

● 行政活動の品質マネジメント：

- 経験から得られた教訓や新知見をこれらの活動や「技術的要件」に遅滞なくフィードバック

● 現在の最大の課題：

- 柏崎・刈羽原子力発電所で設計基準地震動を超える地震動を経験。その原因解析から新知見を得たので、これに基づき、敷地周辺活断層の調査を念入りに行い、施設敷地の地下特性を考慮に入れて設計基準地震動を見直し、耐震安全性の再評価を行うことをすべての施設に要求。

発電所の安定運転と着実な新設の推進

- 地球温暖化対策に貢献するため、発電所の稼働率を向上し、新增設の取組を着実に推進するべき。
- 稼働率向上のための取組
 - 昨年の稼働率はPWRは80%を超えて国際水準、BWRは地震のため停止しているものが多くて50%。したがって耐震安全性の見直し活動が急務
 - 信頼性向上のため、高経年化対策を計画的に推進し、信頼性中心保全方式の採用により分解検査頻度の合理化を図る
 - 既存の原子力発電所の定格出力を向上することに取組む
- 新增設の着実な推進
 - 需要の不確かさはあるが化石燃料は使えないと覚悟すべき

国民の信頼、知的基盤、人材の確保

● 国民の信頼

- 原子力を不安に思う人が少なくない現実を踏まえて、原子力発電のリスクとそれがもたらす温暖化対策や安全保障に係る機会、これらのリスク管理に関する取組に関して、国民との対話を一層充実すること
- 公益実現に係る受益の公平の観点から、原子力施設立地自治体の持続的発展に対する支援策を充実していくこと
- 施設設置者が住民として地域の持続的発展の企画・推進に積極的に参加していくこと

● 知的基盤

- 原子力施設の建設・運転の取組やこれに関係する制度・機能を維持するのに必要な知的基盤を維持・充実していくこと：基本は関係する基礎・基盤研究の推進体制を維持し、その活動を充実していくこと

国民の信頼、知的基盤、人材の確保(2)

● 人材の確保

- 仕事の意義や将来の可能性についての情報提供の充実
- その可能性に対する挑戦者を育成する環境の整備・充実
- 人材需要が実際にあることを示す奨学金制度などの整備

● 国としての当面の重点施策

- 我が国が唯一の被ばく国であることを踏まえた上で、義務教育・生涯学習機会を活用し、エネルギー・環境、放射線・放射性物質、放射性廃棄物の処理・処分などについて学習を
- 競争的資金の制度整備を通じて、大学等における専門教育環境の整備・充実に向けての関係者の創意工夫を促進
- 人材育成は国際共通課題であることを踏まえ、国際的に魅力ある専門教育の取組の推進を支援

核燃料サイクルの取組と放射性廃棄物管理

● 基本方針：

- フィンランド・スウェーデンでは使用済み燃料を廃棄物として地層処分。
- フランスと我が国は、使用済燃料は再処理して、回収されるウラン・プルトニウムを軽水炉燃料に加工して利用する。再処理工程で発生する高レベル廃棄物をガラス固化し、その発熱量が処分に適した水準になるまで(約40年間)地上で保管後、地層処分。

● 当面の課題

- 海外で再処理して回収したプルトニウムをMOX燃料に加工して軽水炉で利用するプルサーマル推進
- 故障が続いている六ヶ所再処理工場のガラス固化施設の運転習熟の取組を着実に進めること
- この工場で回収されたウラン・プルトニウム混合物からプルサーマルのための燃料を製造するMOX燃料工場の建設を進めること
- 軽水炉で発生する使用済燃料の一部を次の再処理工場が建設されるまで貯蔵しておく「中間貯蔵施設」の整備を進めること。
- 高レベル放射性廃棄物の地層処分場の立地自治体を決定すること

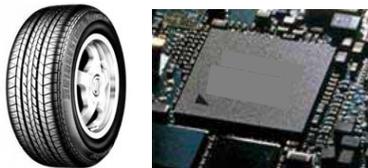
高レベル廃棄物地層処分施設の立地

- 数十年に一度、全国に1ヶ所開設するという性格及びその開設により全国民が長く利益を得るので、立地自治体には利益の公平の観点から、地域の持続的発展に対して全国民の支援が得られるべきと考え、立地点を全国の自治体に対して公募
- 公募を開始して数年を経るも未だ応募がないので、国、処分の実施主体である原子力発電環境整備機構(NUMO)及び電気事業者に対して、自治体や国民との対話活動等の強化を要請
 - 北海道の幌延及び岐阜県の瑞浪において建設中の地層処分技術の研究のための地下研究施設を一般公開するなどして、処分の安全確保の仕組み等を国民が理解できる機会を増やすこと
 - 各自治体や国民に対して、処分場の安全性はもとより、その立地の公益性に鑑み、立地を受け入れた自治体の発展に対して国民全体が支援するべきこと等に関して対話を進める取組を格段に強化すること
 - 自治体における意志決定作業に備えて、説明能力を強化すること

放射線利用の着実な推進

- 放射線は、原子のレベルで物質を見る、調べる、加工することができるという特徴を有し、学術はもとより、医療、農業、工業等の分野で様々に使われてきている。
- 食料や飲料水の確保と言った人類の生存環境の確保に関わる水利、作物の品種改良、食品の衛生管理、害虫駆除等の活動にも放射線技術が効果的に利用されている。
- 経済規模で見ると、半導体、タイヤ、電線、発泡体、熱収縮チューブ類の製造、滅菌処理といった工業プロセスへの利用、がんの治療やX線撮影、断層撮影、核医学検査等の診断に用いる医学・医療分野での利用が大きな割合を占める。

半導体、ラジアル
タイヤ等の製造



医療用具の
放射線滅菌



がん治療
(重粒子線)



放射線による診断
(PET - CT装置)



ジャガイモの芽止め
(食品照射)



(未照射)

(照射済み)

放射線利用の着実な推進

- 我が国では、HIMAC、SPring-8、J-PARC、RIビームファクトリー等の特徴ある最先端の量子ビーム発生装置が学術・医療・産業面でめざましい成果をあげている。
- これらの利用環境の整備・充実、これらの活動に係る放射性廃棄物の処分事業の確立を推進していくこと



大強度陽子加速器施設
(J-PARC)



X線と熱中性子ラジオグラフィの比較



X線：玩具内の金属部品が鮮明に見えるが水は見えない
中性子：玩具内部は見えにくいですが噴水が鮮明に見える

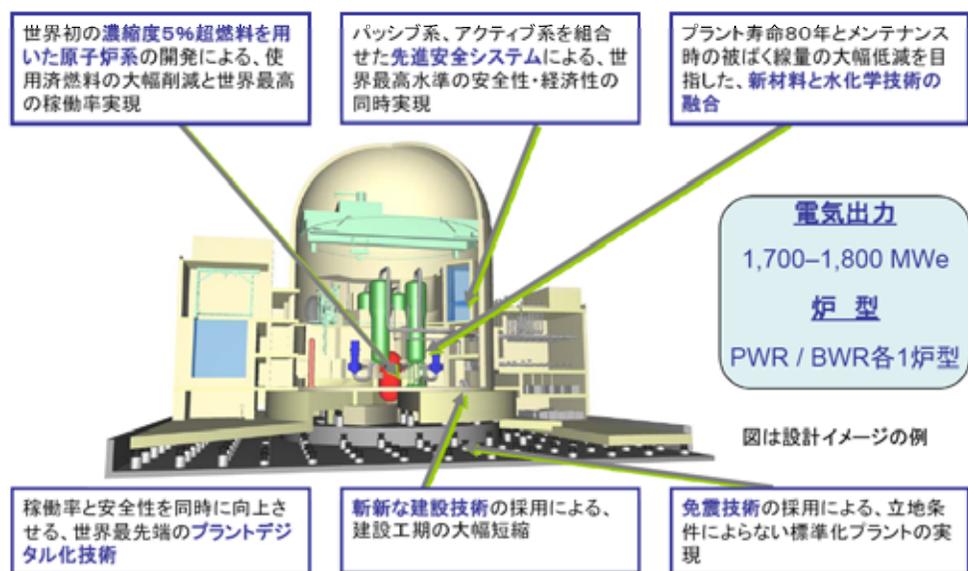
T 2 K 実験

J-PARCから295km離れたスーパーカミオカンデ到達までのニュートリノの変化や質量を検出

中・長期の視点から重要な取組の推進

● 中期的視点

- ウランの安定供給を確保すること
- ウラン濃縮事業を国際競争力のあるものにする
- 今後のリプレース需要を担う次世代軽水炉を開発すること



出典：エネルギー総合工学研究所HP

中・長期の視点から重要な取組の推進

● 長期的視点

- 高速増殖炉とその燃料サイクル技術の研究開発を、2050年ごろから商用炉を導入することを目標に着実に推進すること
- 高温ガス炉から得られる高温ガスを用いて、水を熱分解して水素を製造する技術の実用化可能性を見極めること
- 核融合エネルギー利用の実用化可能性を見極めること
- 中小型原子炉の実用化可能性を見極めること
- X線自由電子レーザーなど新しい量子ビームの研究開発

2009年度中に運転を再開し、10年程度以内を目途に「発電プラントとしての信頼性の実証」、「ナトリウム取扱技術の確立」

高速実験炉
「常陽」



高速増殖原型炉もんじゅ
(28万kW)

実用化研究開発
革新的な技術の研究開発
実証炉等の設計研究

2025年に実現

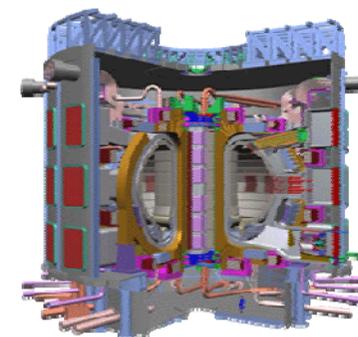
実証炉

(50~75万kW)
実用炉の経済性の
見通し
技術的諸性能の実証

高速増殖炉サイクル実用化研究開発

2050年頃から
商業ベースで導入

実用炉(商業炉)
(150万kW)
経済性、安全性
資源有効利用性
環境負荷低減性
核拡散抵抗性



国際熱核融合実験炉(ITER)

国際社会との連携協力：新規導入国支援

- **これから原子力発電を行う国への支援**
 - 国際原子力機関(IAEA)はこうした国々が原子力発電を行うのに必要なインフラをきちんと整備していく手引きになるマイルストーン文書を発行し、これに則ってこれらを整備していくことを評価・勧告する仕組みを整備。我が国は、この活動を積極的に支援
 - 昨年我が国で開催された洞爺湖サミットにおいて我が国は、保障措置、原子力防護、原子力安全を3Sと総称して、新しく原子力発電に取り組む国に対し、これらの確保を応援するイニシアティブを立ち上げることを約束し、各地で3S地域セミナーを開催
- **この分野の今後の取組**
 - IAEAの上の取組やFNCAなど多国間の枠組みを通じて、各国の国内体制整備を積極的に支援する
 - 二国間関係を通じて、留学生や研修生の受け入れ、規制行政実務者やプラントの建設・運転担当者の育成支援等、国毎の具体的な計画に沿った支援を継続して、重点的に実施

国際社会との連携協力：産業の国際展開

● 我が国原子力産業の特徴

- 建設計画をオンタイム・オンバジェットで完遂すること
- できあがったプラントの品質が高いこと
- 主要機器の製造能力を備えていること
- 超大型鍛造品の製造部門ではオンリーワン企業が育っていること
- 国内では過当競争状態が続くこと

● 世界市場で勝ち抜くために

- 世界市場で通用する軽水炉の主契約者になること：グローバルブランドとの合従連衡によりこの道を追求
- 燃料サイクルの上流部門や下流部門もバリューチェーンに加えること
- 電気事業者と共同し、これまで培ってきた、我が国社会が重視する高品質、安心感、見える化へのこだわりといった感性価値(美意識)に応えるソフトウェアとハードウェアを国際市場で優位性のあるトレンドとソリューションにしていくこと

国際社会との連携協力：国際核不拡散政策

- 米国の提唱したGNEP：
 - 再処理国が使用済み燃料を引き取り、原子炉国に燃料供給を保証する仕組みの実現を目指すパートナーシップを構想
- 今年4月の米国のオバマ大統領のプラハ演説
 - NPTを強化するためにIAEAの査察資源と権限を強化すること、違反者に対しては直ちに的確な対応をとるべき。
 - 核兵器を放棄した国には原子力平和利用の権利。ルールに基づいて行動する国々の権利を否定する取組は成功しない。
 - 我々は気候変動との戦い、全ての人の生きる機会の増進を目指す努力の一環として原子力を使いこなさねばならない。
 - 諸国が核拡散リスクを増大させることなく原子力平和利用を享受できるよう原子力平和利用のための新しい枠組みを構築すべき。

国際社会との連携協力：国際核不拡散政策

● クリントン国務長官の最近の演説

- 諸国が核燃料にアクセスできる権利は擁護しなければならない。
- それにも関わらず途上国が濃縮・再処理を国内でしないですむようにするには、燃料サイクルのオプションを拡大することが大切。
- 燃料供給保証のための多国間枠組み、国際核燃料バンク、国際使用済燃料貯蔵センター等があれば、各国が自らの投資で燃料サイクル施設を保有せずとも原子力発電の利益を享受できるという確信を強くできるはず。
- よって、これらがこれからの核不拡散政策の主要素になる。

● 我が国の取組

- 自ら濃縮・再処理事業を実施している経験・知見を生かして、こうした構想の実現可能性の検討を諸国と共同で行い、新しい国際秩序を形成する動きに積極的に対応していくべき。

まとめ

- 原子力は、その生い立ちからして、社会との関わり合いが深く、国民の信頼なくてははいかなる取組もなし得ない。
- 取組の公開性・透明性を確保し、様々な取組の決定や決定した政策の実施に係る評価の過程において、エネルギー・環境・リスクに関するコミュニケーションを含む国民との対話活動を重視し、国民の参加を絶えず求めて、廃棄物管理の取組を着実に進め、原子力発電を地球温暖化対策に効果的に活用していくことを可能にするべき。
- 世界における原子力利用のあり方は100年の計に係る問題である。我が国はこれの利用を通じて公益を確保したいとする国々を支援していくとともに、この技術を技術的のみならず政治的にも持続可能なものにするに国際社会と共同していくべき。